

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-256946

(43)Date of publication of application : 14.11.1986

(51)Int.Cl.

C03C 21/00

C30B 31/02

G02B 3/00

(21)Application number : 60-096423

(71)Applicant : NIPPON SHEET GLASS CO LTD

(22)Date of filing : 07.05.1985

(72)Inventor : YAMAZAKI TETSUYA

## (54) PRODUCTION OF DISTRIBUTED REFRACTIVE INDEX TYPE PLANE LENS

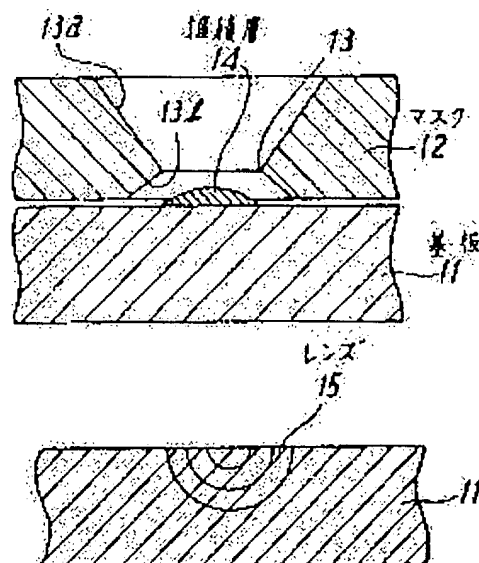
## (57)Abstract:

PURPOSE: To safely produce the title distributed refractive index type plane lens with a simple method by depositing a dopant consisting of metal on a transparent dielectric having a flat surface and diffusing the deposited layer into the dielectric with heat, etc.

CONSTITUTION: A metallic mask 12 of Cr, etc., having a circular opening 13 consisting of conical surfaces 13a and 13b is laid on a substrate 11 of  $\text{LiNbO}_2$  whose one surface is optically polished and having a flat surface.

Under such conditions, Ti is deposited by sputtering on the surface of the substrate 11 to form a deposited layer 14 having an approximately spherical surface in the circular opening 13. Then the mask 12 is removed, heat treatment is carried out at a specified temp. and the

deposited layer 14 is diffused into the substrate 11. Moreover, thermal diffusion is performed while sending gaseous  $\text{O}_2$  to replenish the oxygen of the crystal and a distributed refractive index type microlens 15 is formed in the substrate 11.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 昭61-256946

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)11月14日

C 03 C 21/00  
C 30 B 31/02  
G 02 B 3/00

8017-4G  
8518-4G  
7448-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 屈折率分布型平板レンズの製造方法

⑯ 特 願 昭60-96423

⑰ 出 願 昭60(1985)5月7日

⑱ 発 明 者 山 崎 哲 也 茨城県新治郡桜村梅園2丁目14-1

⑲ 出 願 人 日本板硝子株式会社 大阪市東区道修町4丁目8番地

⑳ 代 理 人 弁理士 土 屋 勝 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

屈折率分布型平板レンズの製造方法

2. 特許請求の範囲

1. 表面が平坦な透明誘電体上に金属から成るドーバントの堆積層を形成し、

この堆積層を拡散源として熱又は電界印加により前記透明誘電体中に前記ドーバントを拡散させることを特徴とする屈折率分布型平板レンズの製造方法。

2. 前記透明誘電体として $\text{LiNbO}_3$ 又は $\text{LiTaO}_3$ を用い、前記ドーバントとしてTiを用いることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の屈折率分布型平板レンズの製造方法。

3. 前記透明誘電体としてガラスを用い、前記ドーバントとしてAg、Cu又はTiを用いることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の屈折率分布型平板レンズの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は屈折率分布型平板レンズの製造方法に関する。

(発明の概要)

本発明は屈折率分布型平板レンズの製造方法において、

表面が平坦な透明誘電体上に金属から成るドーバントを堆積させ、この堆積層を拡散源として熱又は電界印加により透明誘電体中にドーバントを拡散させることによって、

従来よりも簡単な製造方法を提供するものである。

(従来の技術)

従来 $\text{LiNbO}_3$ 等の透明基板に形成されるレンズとしては、基板表面層を部分的に凹状に加工したジオデジックレンズ(Geodesic lens)や、表面層に

凸状の突起部を形成したルネブルグレンズ (Luneburg lens)、或いは屈折率への寄与の大きいイオンを基板中に拡散させた屈折率分布型レンズ等が知られている。

本発明は、上記のうち屈折率分布型レンズの製造方法に関するものである。

従来微小口径の屈折率分布型平板マイクロレンズを製造する為には、第5図に示すように、先ず平坦な面を持った透明ガラス基板1上に、その全面に亘ってイオン拡散防止マスク2をスパッタリング法等で形成する。次いでこのイオン拡散防止マスク2の一部にフォトリソグラフィ法を用いて円形開口部3を形成する。次いで屈折率への寄与の大きい $Ti^{+}$ 、 $Cs^{+}$ 、 $Ag^{+}$ 等のイオンを含む高温の硝酸塩又は硫酸塩に上記円形開口部3を接触させ、ガラス基板中の屈折率への寄与の小さい1価の $Na^{+}$ イオンや $K^{+}$ イオンと上記屈折率への寄与の大きいイオンとを上記円形開口部3を通してイオン交換し、半球状の拡散領域として屈折率分布型レンズ4を形成する。

れる。即ち本発明においては、表面が平坦な透明誘電体上に金属から成るドーパントの堆積層を形成し、この堆積層を拡散源として熱又は電界印加により前記透明誘電体中に前記ドーパントを拡散させる。

#### 【実施例】

以下本発明の実施例を第1図～第4図を参照して説明する。

##### 実施例1

先ず、第1図に示すように、厚さが0.5～1mmで、片面が光学研磨された $LiNbO_3$ 基板11を用意する。そして、第1図及び第2図に示すように、円形開口部13を有するクロム等の金属マスク12をこの基板11に重ねる。

金属マスク12の円形開口部13は、上方に向かって開いた円錐面13aと、基板11側に向かって開いた比較的小さな円錐面13bとから構成されている。そして金属マスク12は、円形開口部13の最小径(実質的な開口径)の約1/10

又場合によっては、イオン交換を促進する意味で、屈折率への寄与の大きいイオンを含む塩を電極として電界を印加することも行われている。

#### 【発明が解決しようとする問題点】

しかしながら上述した従来の屈折率分布型平板マイクロレンズの製造方法においては、基板上にイオン拡散防止マスクを形成し、これに円形開口部を形成する工程等が必要で有り、その工程数が多くなっていた。又拡散等に高温の溶融塩を使用する必要が有る為、安全性等にも問題があった。

本発明はこのような従来の方法の問題点に鑑みてなされたものであって、ガラス基板のみならず、 $LiNbO_3$ 、 $LiTaO_3$ 等の誘電体基板中にも、簡単な工程で且つドライプロセスで屈折率分布型レンズを形成することができる方法を提供しようとするものである。

#### 【問題点を解決するための手段】

上記課題は本発明により次のようにして解決さ

～1/2倍程度基板11から隔てられて配される。

この状態で $LiNbO_3$ 基板11の表面にTi(チタン)をスパッタリングで堆積させ、円形開口部13内に、近似的に球面状表面を持った堆積層14を形成する。

次いで金属マスク12を取り去り、しかる後、Arガス雰囲気中、約1000℃の温度で、5～20時間熱処理してTiを $LiNbO_3$ 基板11中に拡散させる。

引き続き、結晶の酸欠損を補う為に $O_2$ ガスを流しながら更に1～5時間熱拡散を行うことにより、第3図に示すような屈折率分布型マイクロレンズ15を基板11中に形成した。

本例によって得られたレンズ15は、第5図の例と同じように、レンズ中心部が最大屈折率を持ち、レンズ中心部から深さ方向及び径方向に向かって屈折率が略放物線状に減少する屈折率分布を持っていた。得られたレンズ15の開口数NA ( $a/f$ : aはレンズ半径、fは焦点距離)は0.1～0.2、レンズ直径は50μφ～500μφであ

った。

Ti拡散の場合、 $\text{LiNbO}_3$ 基板から $\text{Li}_2\text{O}$ の外拡散の起こることが知られている。一方、Ti拡散を行う時には、湿度86%程度を流すことによりこの $\text{Li}_2\text{O}$ の外拡散を抑制し得ることも周知である。

本例ではArと $\text{O}_2$ ガスとを用いたが、 $\text{O}_2$ ガスのみを用いて熱拡散させることもできる。又 $\text{LiNbO}_3$ 基板の代わりに $\text{LiTaO}_3$ 基板を用いても良い。

このようにして製造されたレンズの使用方法としては、基板11に垂直に光を入射させても良いし、又基板11と平行に入射させても良い。

#### 実施例2

厚さ1～3mmのBK-7ガラスを容易し、実施例1と同様の方法で、Tiの代わりにAgを用い、蒸着法によって球面状表面を持つ堆積層を基板上に形成した。次いで、500℃にて2～10時間熱処理し、Agをガラス基板中に拡散させて屈折率分布型レンズを形成した。

得られたレンズのNAは0.1～0.2、レンズ直径は50μm～500μmであった。

又別の例として、Agの堆積層を基板表面上に形成した後、この面とは反対側の面にアルミニウムを一枚に蒸着し、250～550℃の温度域で、2～300V/mmの直流電圧（Ag堆積層の有る面を陽極とする）を印加して、Agを拡散させた。

得られたレンズのレンズ直径は100μm～1mmで、NAは0.1～0.2であった。

尚本例においてはAgをドーパントとして用いたが、Cu又はTiをドーパントとして用いても良い。

以上説明した各例においては、基板に1個のレンズを形成したが、基板に同種のレンズをアレイ状（1次元的又は2次元的）に形成することも容易である。

又、第4図に示すような開口形状を持ったマスク22を用いれば、このマスク開口23の形状に近似した形状の導波路型レンズを製造することもできる。

〔発明の効果〕

本発明によれば、誘電体の基板上にイオン拡散

防止マスクを形成し、これに円形開口部を形成する工程が不要になるので、工程数が減少し、非常に簡単になる。又高温の溶融塩を使用する必要が無いので、操作が簡略化でき、安全性も高くなる。

#### 4. 図面の簡単な説明

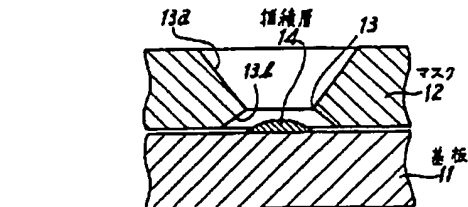
第1図は本発明の一実施例による屈折率分布型平板マイクロレンズの製造方法を示す縦断面図、第2図はマスクの平面図、第3図は屈折率分布型平板マイクロレンズの縦断面図、第4図は本発明の変形例によるマスクの平面図、第5図は従来の製造方法を示す縦断面図である。

なお図面に用いた符号において、

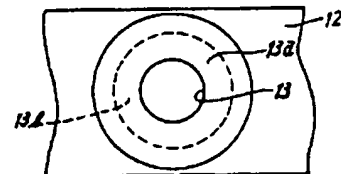
- 11..... $\text{LiNbO}_3$
- 12.....金属マスク
- 14.....堆積層
- 15.....屈折率分布型レンズ

である。

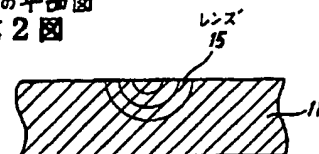
代理人 土屋 勝  
常包 芳 男



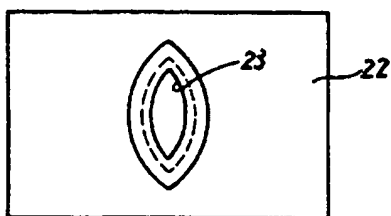
レンズの製造方法を示す断面図  
第1図



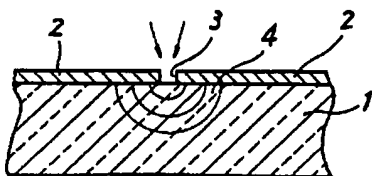
マスクの平面図  
第2図



屈折率分布型平板レンズの断面図  
第3図



マスクの平面図  
第 4 図



従来法の断面図  
第 5 図